

## Cellule photovoltaïque silicium fonctionnalisée par greffage de catalyseur moléculaire bio-inspiré pour la production d'hydrogène vert

André DELTENRE<sup>1,2</sup>, Olivier PALAIS<sup>1</sup>, Julien MASSIN<sup>2</sup>, Damien BARAKEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aix Marseille Université, IM2NP, IRM-PV, UMR 7334, Marseille, France;

<sup>2</sup> Aix Marseille Université ISM2, Biosciences, UMR 7313, Marseille, France

Le dihydrogène est un gaz qui peut être utilisé comme vecteur énergétique pour stocker l'énergie solaire sous forme chimique. L'utilisation de ce dernier dans des piles à combustible ou des systèmes à combustion directe semble être une des solutions prometteuses pour la décarbonation de l'industrie et des transports.

Cependant plus de 95 % de l'hydrogène est aujourd'hui produit à partir de sources carbonées (vaporeformage de méthane, gazéification de charbon etc.) [1]. Pour décarboner la filière hydrogène celui-ci doit être produit directement à partir de sources d'énergies renouvelables (solaire, éolien etc.) et être ainsi qualifié d'hydrogène vert.

L'objectif de ce projet est de mettre en place un système de production d'hydrogène vert combinant un catalyseur inspiré de sites actifs d'hydrogénases (Figure 1) et une cellule photovoltaïque évitant ainsi l'utilisation de catalyseurs métalliques rares et onéreux (à base de Pt, Pd etc.). Ce système permettra la production directe et autonome de H<sub>2</sub> une fois immergé en solution aqueuse et sous éclairage.

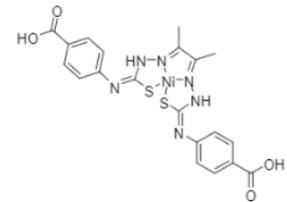


Figure 1 : Catalyseur bio inspiré

La première phase de cette étude consiste à concevoir une photocathode à base de silicium et de dioxyde de titane [2,3] permettant la fonctionnalisation par le greffage d'un catalyseur moléculaire (Figure 2) [3,6]. Dans cette communication seront présentées les premières analyses optoélectroniques et catalytiques réalisées à ce jour. Dans ce cadre un réacteur spécifique a été développé pour le projet et sera également présenté (Figure 3).

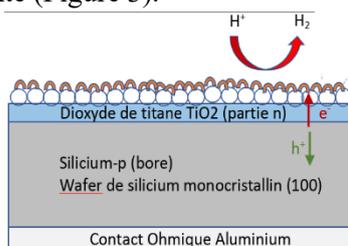


Figure 2 : Structure photocathode (surface greffée)

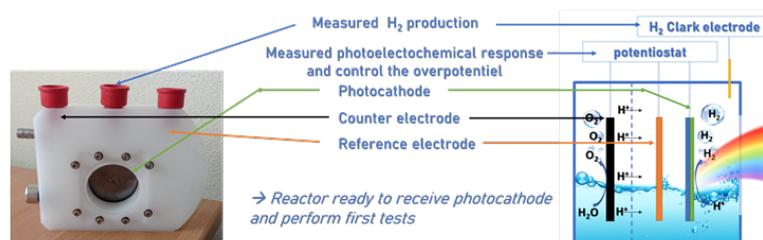


Figure 3 : Photocathode intégrée dans le réacteur

Le système global inclut une photocathode en silicium permettant d'absorber une large partie du spectre solaire et de fournir une partie de la tension nécessaire à la photoélectrocatalyse. A terme nous envisageons de compléter ce système photoélectrocatalytique par des cellules de silicium non fonctionnalisées afin d'atteindre la surtension nécessaire au craquage complet de l'eau [5] et rendre le système totalement autonome en énergie.

### Références bibliographiques :

- [1] CEA, « L'hydrogène », *CEA/Découvrir & Comprendre*, 10 mai 2022.
- [2] G. Rawat, D. Somvanshi, H. Kumar, Y. Kumar, C. Kumar, et S. Jit, « Ultraviolet Detection Properties of p-Si/n-TiO<sub>2</sub> Heterojunction Photodiodes Grown by Electron-Beam Evaporation and Sol-Gel Methods: A Comparative Study », *IEEE Trans. Nanotechnol.*, vol. 15, n° 2, p. 193-200, mars 2016.
- [3] N. Kaefter, J. Massin, C. Lebrun, O. Renault, M. Chavarot-Kerlidou, et V. Artero, « Covalent Design for Dye-Sensitized H<sub>2</sub>-Evolving Photocathodes Based on a Cobalt Diimine-Dioxime Catalyst », *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 138, n° 38, p. 12308-12311, sept. 2016.
- [4] L. Santinacci, « Utilisation de l'ALD pour la photoélectrolyse de l'eau », *Nanosci. Nanotechnologies*, oct. 2016.
- [5] S. Chandrasekaran et al., « A robust ALD-protected silicon-based hybrid photoelectrode for hydrogen evolution under aqueous conditions », *Chem. Sci.*, vol. 10, n° 16, p. 4469-4475, 2019.
- [6] M. Papadakis et al., « Ligand-based electronic effects on the electrocatalytic hydrogen production by thiosemicarbazone nickel complexes », *Dalton Trans.*, vol. 49, n° 16, p. 5064-5073, 2020.